

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Denis Grabljevec

# **Spremljanje pacientov na daljavo**

DIPLOMSKO DELO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM  
PRVE STOPNJE  
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: prof. dr. Marko Bajec

Ljubljana, 2016

Fakulteta za računalništvo in informatiko podpira javno dostopnost znanstvenih, strokovnih in razvojnih rezultatov. Zato priporoča objavo dela pod katero od licenc, ki omogočajo prosto razširjanje diplomskega dela in/ali možnost nadaljnjne proste uporabe dela. Ena izmed možnosti je izdaja diplomskega dela pod katero od Creative Commons licenc <http://creativecommons.si>

Morebitno pripadajočo programsko kodo praviloma objavite pod, denimo, licenco *GNU General Public License*, različica 3. Podrobnosti licence so dostopne na spletni strani <http://www.gnu.org/licenses/>.

*Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.*

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Možnosti, ki jih ponuja internet stvari, so številne in zanimive za mnoga področja, med drugim tudi za zdravstvo, saj lahko z uporabo sodobnih telekomunikacijskih storitev in tehnologij zagotavljamo hitrejšo ali učinkovitejšo zdravniško oskrbo. V diplomskem delu preučite stanje tehnologije na področju spremljanja pacientov na daljavo. Opišite zdravstvene naprave, ki obstajajo za ta namen in jih primerjajte med seboj. Izdelajte načrt ter prototipno razvijte aplikacijo, ki bo omogočala zajem pacientovih vitalnih podatkov iz izbranih zdravstvenih naprav.



*Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Marku Bajcu za strokovno pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomskega dela.*

*Prav tako pa se zahvaljujem tudi svojim staršem in puncu za vso podporo in pomoč, ki so mi jo nudili v študijskih letih.*



# Kazalo

Povzetek

Abstract

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Uvod</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Internet stvari</b>   | <b>3</b>  |
| 2.1      | Arhitektura Interneta stvari . . . . .                         | 4         |
| 2.2      | Internet stvari na področju zdravstva . . . . .                | 7         |
| <b>3</b> | <b>Pregled pametnih naprav na področju zdravstva</b>           | <b>11</b> |
| 3.1      | Pametne ure in zapestnice . . . . .                            | 11        |
| 3.2      | Pametne naprave za oddaljeno oskrbo . . . . .                  | 13        |
| 3.3      | Pametne naprave za oddaljeno oskrbo v prihodnosti . . . . .    | 16        |
| <b>4</b> | <b>Zasnova in razvoj sistema za oddaljeno oskrbo</b>           | <b>19</b> |
| 4.1      | Pregled strojne opreme . . . . .                               | 19        |
| 4.2      | Arhitekturna zasnova sistema . . . . .                         | 21        |
| 4.3      | Funkcionalna zasnova sistema . . . . .                         | 22        |
| 4.4      | Tehnologije in programska orodja . . . . .                     | 24        |
| 4.5      | Razvoj sistema za oddaljeno oskrbo . . . . .                   | 26        |
| <b>5</b> | <b>Opis in predstavitev delovanja sistema oddaljene oskrbe</b> | <b>31</b> |
| 5.1      | Uporabniška vloga zdravnika . . . . .                          | 32        |
| 5.2      | Uporabniška vloga pacienta . . . . .                           | 37        |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>6 Sklepne ugotovitve</b> | <b>41</b> |
| <b>Literatura</b>           | <b>43</b> |



# Seznam uporabljenih kratic

| kratica     | angleško                           | slovensko   |
|-------------|------------------------------------|---|
| <b>IoT</b>  | Internet of Things                 | Internet stvari   |
| <b>RFID</b> | Radio Frequency Identification     | Radiofrekvenčna identifikacija  |
| <b>GPS</b>  | Global Positioning System          | Globalni sistem pozicioniranja  |
| <b>UV</b>   | Ultraviolet                        | Ultravijolično valovanje  |
| <b>SDK</b>  | Software Development Kit           | Pribor za programiranje   |
| <b>HTML</b> | Hyper Text Markup Language         | Jezik za označevanje nadbese-<br>dila                                     |
| <b>CSS</b>  | Cascading Style Sheets             | Kaskadne stilske podloge  |
| <b>DOM</b>  | Document Object Model              | Objekti model dokumenta   |
| <b>PHP</b>  | Personal Home Page                 | Orodja za osebno spletno stran  |
| <b>SQL</b>  | Structured Query Language          | Strukturirani povpraševalni je-<br>zik za delo s podatkovnimi ba-<br>zami |
| <b>Ajax</b> | asynchronous JavaScript and<br>XML | asinhroni JavaScript in XML   |
| <b>HTTP</b> | HyperText Transfer Protocol        | Protokol za prenos hiperteksta  |
| <b>PaaS</b> | Platform as a service              | Platforma kot storitev  |
| <b>MVC</b>  | Model-View-Controller              | Model-pogled-kontroler  |



# Povzetek

**Naslov:** Spremljanje pacientov na daljavo

**Avtor:** Denis Grabljevec

Dandanes se pogosto srečujemo s težavo pomanjkanja sprotnega spremljanja pacientovega stanja in njegovega počutja. K temu pripomore tudi hiter tempo življenja, zaradi katerega lahko nevarnosti za zdravje ostanejo neopazene ali prepozno odkrite. V zadnjih letih je na področju zdravstva vse bolj opazen vpliv Interneta stvari na samooskrbo in dobro počutje posameznika. Zasledimo lahko že nekaj takšnih naprav, s katerimi lahko merimo vitalne znake posameznika in meritve pošiljamo zdravniku v zaledni sistem. V diplomski nalogi smo se tako osredotočili na pregled že obstoječih pametnih naprav na področju zdravstva ter si kot cilj zadali razvoj sistema za oddaljeno oskrbo, ki pacientu omogoča izvajanje meritev vitalnih znakov z uporabo pametne naprave v domačem okolju. Podatki se nato preko mobilne aplikacije prenesejo v spletni portal, ki zdravniku omogoča natančen pregled pacientovih meritev.

**Ključne besede:** Internet stvari, zdravstvo, oddaljena oskrba, pametne naprave.



# Abstract

**Title:** Remote patient monitoring

**Author:** Denis Grabljevec

Nowadays we often encounter with the lack of a consistent monitoring over the patient's condition and his or her well-being. Fast pace of a life-style additionally adds to that, since it may cause that the health threats get discovered when it is already too late or they even stay completely unnoticed. In recent years the Internet of Things increased its influence over the field of the homecare and well-being of an individual. We can already spot several devices that measure the vital signs of an individual and send these measurements directly to the doctors' back-end systems. In this Thesis we thus focus on the overview of the already-existing smart devices in the field of the healthcare. We set our goal to develop a system for a remote monitoring, which enables measurements of vital signs with the use of a smart device in home environment. The data of the performed measurements gets immediately transferred via mobile app to the web application. This allows doctors a precise review over of the patients' results.

**Keywords:** Internet of Things, Healthcare, Home monitoring, Smart devices.



# Poglavje 1

## Uvod

Pred približno dvajsetimi leti smo vstopili v dobo interneta, ki nam je popolnoma spremenila življenje. Povezovanje na stotine milijonov računalnikov v skupno omrežje [7] nam je precej olajšalo naš vsakdan. Omogoča nam oddaljeno komuniciranje, prenos podatkov, pridobivanje najrazličnejših informacij itd. Raziskave so pokazale, da naj bi internet dandanes uporabljali že več kot dve milijardi ljudi po vsem svetu [9]. A kot vse kaže, je svet pred novo dobo, imenovano Internet stvari.

Internet stvari je tehnološka revolucija v svetu informacijsko-komunikacijske tehnologije. IoT nam ustvarja svet, v katerem je vsaka stvar oziroma predmet opredeljen kot pametni predmet [1]. Imenujemo jih lahko tudi pametne naprave. Ena glavnih uporabnosti je njihova medsebojna komunikacija preko omrežja [4] in zbiranje ogromne količine najrazličnejših podatkov, ki jih zaznavajo preko različnih senzorjev nameščenih na napravi. Število naprav povezanih v internet je leta 2008 že preseglo število ljudi na svetu, medtem ko naj bi bilo do leta 2020 teh naprav že kar 50 milijard [13]. S pojavom Interneta stvari so se ponudile številne priložnosti za razvoj novih produktov v vseh storitvenih dejavnostih. Zelo velik vpliv, če ne kar največjega, pa bo IoT imel na zdravstvene storitve.

V IoT v zdravstvu naj bi bilo do leta 2020 vloženih kar 117 milijard dolarjev [8]. Poleg številnih področij v zdravstvu bo IoT močno pripomogel k samooskrbi in blagostanju posameznika. Z novimi pametnimi napravami bomo lahko vsakodnevno doma spremljali naše zdravstveno stanje in podatke pošiljali zdravniškemu osebju v pregled.

V času, v katerem živimo, kjer je tempo življenja zelo hiter in se pogosto zgodi, da lastno zdravje ni ključnega pomena, bo samooskrba zelo uporabna. Pomembna pa bo tudi za starejše ljudi, ki se sicer redkeje soočijo s hitrim tempom življenja, a več z zdravstvenimi težavami, ki se pogosteje pojavljajo v poznejših letih. Globalno naj bi se delež starejših ljudi nad 60 let drastično povečeval. Samo v Evropski uniji je bil delež starejših ljudi leta 2005 okoli 22,5 %, do leta 2050 pa je predvideno, da se bo omenjeni delež povečal na kar 30 % [10].

Osrednja tematika diplomskega dela se nanaša na samooskrbo in blagostanje posameznika ter razvoj sistema za pošiljanje podatkov iz domačih zdravstvenih naprav v zaledni sistem. Sprva je predstavljeno, kaj že obstaja na področju pametnih naprav za samooskrbo in posameznikovo blagostanje, sledi pa predstavitev razvoja enostavnega sistema za domačo oskrbo ter spletnega portala, ki zdravniku omogoča spremljanje pacientovega stanja v trenutnem času.



## Poglavje 2

# Internet stvari

Koncept Interneta stvari je bil s strani razvijalcev RFID sistema razvit že leta 1999, vendar je pričel na svoji prepoznavnosti pridobivati šele v zadnjih letih. Pomen koncepta se povečuje zaradi prihoda pametnih telefonov, ki dandanes omogočajo dostop do interneta skoraj povsod po svetu, računalništva v oblaku, analiziranja velike količine podatkov itd. [11].

Vse zgoraj omenjene tehnološke pridobitve pa nam omogočajo ustvarjanje sveta, v katerem bodo vsakodnevne stvari in predmeti postali pametni [3]. Tu se ne osredotočamo na stvari, ki so že zdaj povezane ali pa vsaj delno povezane z elektriko in tehnologijo, temveč o stvareh, ki vse do danes niso imele s tehnologijo nič skupnega, kot so npr. hrana, obleke, pohištvo. Potemtakem bomo lahko v kategorijo stvari vključevali tako nežive kot tudi žive stvari, ki se bodo vse bolj neopazno začele vključevati v digitalni svet [11].

Glavna tehnologija, ki omogoča, da lahko razmišljamo o obstoju Interneta stvari, pa so RFID (Radiofrekvenčna identifikacija) značke. Tehnologija RFID je mikročip, njegov namen pa je brezžično pošiljanje podatkov. RFID si lahko predstavljamo kot elektronsko črtno kodo. Njen namen je identifikacija predmeta, na katerega je pritrjena. Pasivne RFID značke ne potrebujejo svojega napajanja, temveč potrebno energijo za delovanje prejmejo neposre-

dno od signala. Tehnologija se trenutno najbolj uporablja v logistiki [5].

Internet stvari nam torej obljublja svet, v katerem bodo vse pametne stvari sposobne medsebojne komunikacije ter pošiljanja velike količine podatkov v internet kadarkoli in kjerkoli. Glavna ideja IoT je tako ustvariti boljše okolje za življenje, kjer vse naprave okoli nas natanko vedo, kaj imamo radi, kakšno je naše počutje in kako nam pomagati [12].



Slika 2.1: Definicija Interneta stvari kjer smo lahko ljudje in naprave povezani med seboj kadar koli in kjer koli

## 2.1 Arhitektura Interneta stvari

Arhitektura Interneta stvari je sestavljena iz različnih področij računalništva, vse od najnižjih slojev pa do najvišjih. Arhitekturo IoT smo razdelili na štiri sloje in jih na kratko opisali.

### 2.1.1 Najnižji sloj - strojna oprema

Najnižji sloj predstavlja strojna oprema, torej pametne naprave, ki vsebujejo različne senzorje. Senzorji omogočajo pridobivanje najrazličnejših podatkov v trenutnem času, kot so temperatura, kakovost zraka v prostoru, gibanje itd. Ločimo jih v več skupin glede na njihov namen.

Senzorji so navadno povezani v internet preko prehoda (gateway) v obliki lokalne mreže (LAN) z brezžično (WiFi) ali žično povezavo. Zelo pogosta je tudi Bluetooth povezava [11].

### 2.1.2 Srednji sloj

Srednji sloj bomo razdelili na dve pomembni podtočki:

- Omrežni sloj

Senzorji, ki jih uporabljamo kot strojno opremo pri IoT, bodo vsak dan proizvajali ogromne količine podatkov. Zelo pomemben del Interneta stvari bo torej omrežna infrastruktura, ki bo morala zagotavljati robustno in visoko zmogljivo žično ali brezžično omrežje. V ta namen se je razvilo veliko število različnih protokolov, ki bi lahko zagotavljali skalabilen in zanesljiv prenos ogromnega števila podatkov, kot so IP, Bluetooth, WiFi, ZigBee itd. [11].

- Podatkovno skladiščenje in analiziranje

Ena najpomembnejših funkcij Interneta stvari je zagotovo ustvarjanje ogromne količine podatkov. Shranjevanje, lastništvo in trajanje podatkov postanejo ključna vprašanja pri organizaciji podatkov. Internet že zdaj porabi več kot 5 % vse proizvedene svetovne energije in kot kaže, se bo ta številka v prihodnosti močno zvišala. Zato bo zelo pomembno, da bodo podatkovni centri centralizirani in da bodo delovali na pridelani električni energiji. Ključnega pomena za kakovostno analizo podatkov pa bo dobro premišljeno in ustrezno strukturirano shranjevanje podatkov. [5]

### 2.1.3 Najvišji sloj - Aplikacijska plast

Z vsemi zbranimi in ustrezno shranjenimi podatki, ki jih pridobimo iz naprav, lahko na različnih področjih ustvarimo inovativne aplikacije. Aplikacije lahko razvrstimo v naslednja področja:

- Promet in javni prevoz

Internet stvari lahko pripomore pri različnih vidikih prometnih sistemov, kot so vozila, prometna infrastruktura, voznik in uporabnik. Dinamična interakcija med prej naštetimi dejavniki v prometu nam lahko prinese sisteme, kot so pametni nadzor prometa, pametno parkiranje, varnost in hitrejšo pomoč na cesti [17].

- Upravljanje z energijo

Integracija sistema z upravljanjem energije in internetom bo lahko prinesla številne optimizacije pri porabi energije. Pričakuje se, da bodo IoT naprave integrirane v vse naprave, ki porabljajo energijo (televizije, vtičnice, žarnice itd.), hkrati pa bodo komunicirale s podjetjem, ki skrbi za dobavo energije. Namen je čim bolj uravnotežiti dobavo in porabo energije, poleg tega pa bi nam IoT naprave omogočale tudi možnost oddaljenega nadzora naprav oz. nadzorovanje naprav preko vmesnika v oblaku [17].

- Država

Aplikacija za nadzor množice na koncertih ali demonstracijskih dogodkih bi lahko doprinesla natančen vpogled v število udeležencev na nekem dogodku. Preko te informacije bi lahko ugotovili, kako ukrepati v izrednih razmerah. Aplikacija bi bila nameščena na naših telefonih, z njeno pomočjo pa bi pridobivali podatke o našem trenutnem položaju. S pridobljenimi podatki bi lahko tako policisti, gasilci ali reševalne ekipe oblikovale natančen načrt ukrepanja. Vendar pa je na tem mestu kočljivo vprašanje, ki zadeva kršenje človekove zasebnosti [11].

- Zavarovalništvo

IoT bo zavarovalnicam v veliko pomoč pri odkrivanju goljufov, še večjo pomoč pa bo nudil v avtomobilskem zavarovanju. Vsak avto bi bil lahko namreč opremljen z različnimi senzorji, ki bi spremljali premikanje avtomobila, njegovo hitrost in način voznikove vožnje. V primeru nesreče bodo zavarovalnicam na voljo vse informacije o voznikovi vožnji tik pred nesrečo, kar bo lahko vplivalo na izplačilo oziroma neizplačilo zavarovalnih premij [11].

## 2.2 Internet stvari na področju zdravstva

Napredek v računalniški, telekomunikacijski in omrežni tehnologiji je močno pripomogel k razvoju zdravstva. V zadnjih desetletjih sta se področji medicine in inženirstva močno zblížali. Razvili so se mehanski deli, ki pomagajo pri nadomeščanju poškodovanih človeških delov telesa, poleg tega pa so v uporabi tudi miniaturne kamere, ki zdravnikom omogočajo enostavnejše zdravniške preglede. [6]

V zadnjem času pa je v medicini vse bolj prisoten Internet stvari, ki posamezniku nudi večji vpogled v kakovost njegovega zdravja in počutja. Kot najpomembnejše lahko izpostavimo dejstvo, da IoT znižuje stroške pacientovega zdravljenja. Glede na posameznikove edinstvene biološke, vedenjske, kulturne in socialne značilnosti, se oblikuje sistem domače samooskrbe, ki zajema dobro počutje, skrb za zdravje in podporo pacientu. To omogoča, da vsakemu pacientu nudimo njemu ustrezno oskrbo ob pravem času, kar vodi do boljših rezultatov, manjšega števila napak pri zdravljenju, večjega zadovoljstva pacienta ter nizkih stroškov oskrbe. Zanesljiva domača oskrba tako zajema preventivo, zgodnje odkrivanje bolezni in pacientovo skrb za zdravje doma, kar predstavlja zmanjšano potrebo po obiskovanju dražjih kliničnih storitev. Poleg tega nenehno preverja posameznikovo blagostanje in tako predvidi pacientove potrebe, ki jih uskladi z načrtom zdravljenja.

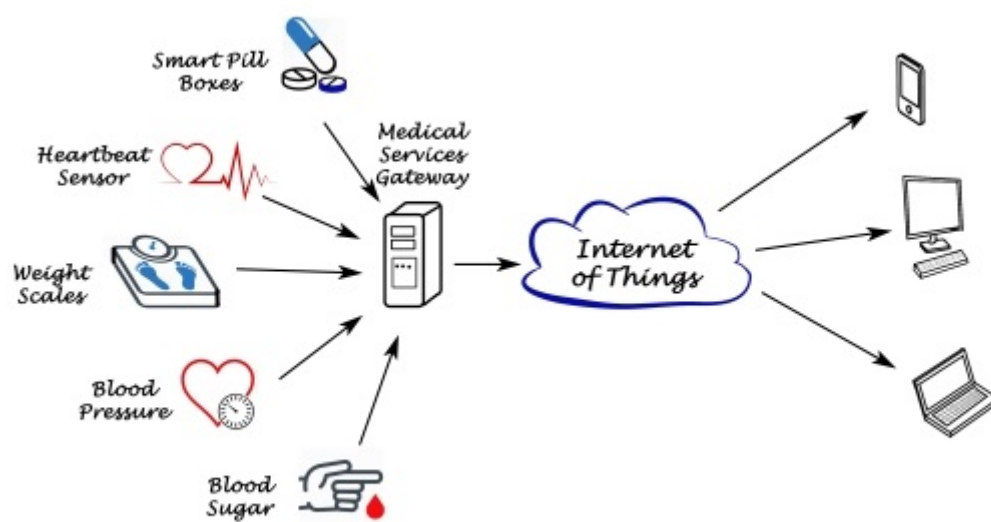
IoT tako zagotavlja vzdrževanje digitalne kartoteke vsakega pacienta. Pri samooskrbi nam pomaga različna domača zdravstvena oprema. Sistem zdravstvene oskrbe se deli na dve večji področji, pri čemer eno zajema klinično oskrbo, drugo pa oskrbo na daljavo [2].

- Klinična oskrba

Internet stvari med drugim prinaša tudi neinvazivne pametne naprave za hospitalizirane paciente, pri katerih mora biti fiziološko stanje pod neprestanim nadzorom. Omenjene pametne naprave za zbiranje fizioloških podatkov uporabljajo senzorje, podatki pa so kasneje analizirani in shranjeni s pomočjo prehodov in oblakov. Podatki se nato brezžično posredujejo zdravniškemu osebju, ki opravi nadaljnje analize, kar pomeni, da ni več potrebe po dejanskem preverjanju pacientovih fizioloških znakov v običajnih časovnih intervalih. Tako se torej zagotavlja konstanten neprekinjen tok podatkov, s čimer je preko neprestanega nadzora izboljšana oskrba pacienta. Tovrsten način znižuje tudi stroške oskrbe in potrebo po aktivnem vključevanju zdravniškega osebja v zbiranje in analizo podatkov [2].

- Oskrba na daljavo

Dandanes se po svetu srečujemo s težavo pomanjkanja sprotnega spremljanja pacientovega stanja, zaradi česar lahko nevarnosti za zdravje ostanejo neopažene ali prepozno odkrite. Prihod pametnih naprav oz. majhnih senzorjev pa je že omogočil sprotno sledenje pacientovega počutja. Pacientovi podatki o njegovem zdravju se tako varno shranijo in analizirajo preko uporabe različnih senzorjev in kompleksnih algoritmov, ti pa podatke kasneje pošiljajo preko brezžične povezave. Zdravniško osebje lahko tako pacientu na daljavo poda primerna priporočila za zdravljenje [2].



Slika 2.2: IoT na področju zdravstva





## Poglavje 3

# Pregled pametnih naprav na področju zdravstva

Kot že omenjeno, je področje zdravstva vedno bolj povezano s tehnologijo, zaradi česar na trg prihaja vse več izdelkov, ki zagotavljajo vse bolj zanesljive načine zdravstvene oskrbe. Tehnologija pametnih naprav postaja ena najpomembnejših sredstev na tem področju. Obstaja že veliko raznovrstnih pametnih naprav, ki opravljajo različne naloge v zdravstvu. Nekatere izmed njih so predstavljene v sledečem poglavju, pri čemer je večji poudarek na napravah za oddaljeno oskrbo.

### 3.1 Pametne ure in zapestnice

Trenutno so na trgu najbolj razširjene pametne ure in zapestnice. Večina jih je namenjena merjenju telesne aktivnosti, vendar pa so nekatere uporabne tudi na področju zdravstva, saj nudijo več meritev, namenjenih zdravniški obravnavi. V spodnji razpredelnici predstavljamo primerjavo najbolj učinkovitih izmed njih.

Tabela 3.1: Primerjava pametnih ur in zapestic

|                                   | Fitbit<br>Surge | Jawbone<br>UP3 | Microsoft<br>Band 2 | Garmin<br>vivo-<br>smart<br>HR+ | Pebble 2 | Samsung<br>Gear S2 |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------------------------|----------|--------------------|
| Merjenje<br>srčnega<br>utripa     | x               | x              | x                   | x                               | x        | x                  |
| Senzor<br>premikanja              | x               | x              | x                   | x                               | x        | x                  |
| Merilec<br>temperature<br>okolice |                 | x              |                     |                                 |          |                    |
| Merilec<br>kakovosti<br>spanca    | x               | x              | x                   | x                               | x        |                    |
| GPS                               | x               | x              | x                   | x                               |          | x                  |
| Merilec<br>višinske<br>razlike    | x               |                | x                   | x                               |          | x                  |
| UV senzor                         |                 |                | x                   |                                 |          |                    |
| Merilec<br>temperature<br>kože    |                 | x              | x                   |                                 |          |                    |

Opomba: x = naprava vsebuje specifično uporabnost

Potrebno pa se je zavedati, da je področje pametnih naprav še v razvoju. Pri pregledu le-teh smo naleteli na večje število naprav, ki so obljubljale revolucionarne funkcionalnosti, vendar pa se je po številnih negativnih komentarjih uporabnikov naprav izkazalo, da naprave ne delujejo učinkovito in pri tem dajejo zelo nenatančne meritve. Ene takšnih naprav so Angel Sensors, Amiigo in HealBe. Pri napravi HealBe so npr. obljubljali:

- merjenje vnešenih kalorij,
- merjenje krvnega pritiska,
- merjenje stopnje stresa,
- merjenje srčnega utripa,
- merjenje kakovosti spanca,
- senzor premikanja,
- merjenje dehidriranosti.

## 3.2 Pametne naprave za oddaljeno oskrbo

Za uspešno oskrbo na daljavo potrebujemo ustrezne pametne naprave, ki so sposobne WiFi ali Bluetooth povezave. Ker je IoT v zdravstvu trenutno še na začetku svojega vzpona, se na trgu še ne pojavlja veliko različnih pametnih naprav. Kljub temu pa že lahko zasledimo naprave, kot so npr. naprave za merjenje krvnega tlaka, merjenje sladkorja v krvi, pametne tehtnice, pulzne oksimetre itd.

### 3.2.1 Naprave za merjenje krvnega tlaka

Meritve, ki jih pridobimo z uporabo naprav za merjenje krvnega tlaka, so diastolični krvni tlak, sistolični krvni tlak in srčni utrip. Podatke pridobivamo z namestitvijo naprav na nadlahtnico ali na zapestje, prenos podatkov

iz naprav pa v večini poteka preko protokola WiFi ali Bluetooth. Na trgu že številna podjetja nudijo naprave za merjenje krvnega tlaka, kot so npr. podjetje iHealth, Withings in Qardio.

### 3.2.2 Pametne tehtnice

Velik napredek so v tehnologiji doživele tudi pametne tehtnice. Dandanes tehtnica ni namenjena zgolj merjenju naše telesne teže, temveč nudi obilico različnih meritev. V spodnji tabeli prikazujemo primerjavo nekaterih izbranih pametnih tehtnic.

Tabela 3.2: Primerjava pametnih tehtnic

|                       | Fitbit Aria | iHealth Core | Withings Body Cardio | Garmin Index Smart Scale | QardioBase |
|-----------------------|-------------|--------------|----------------------|--------------------------|------------|
| Telesna teža          | x           | x            | x                    | x                        | x          |
| Indeks telesne teže   | x           | x            | x                    | x                        | x          |
| Delež telesne maščobe | x           | x            | x                    | x                        | x          |
| Teža kosti            |             | x            | x                    | x                        | x          |
| Teža mišične mase     |             | x            | x                    | x                        | x          |
| Delež vode v telesu   |             | x            | x                    | x                        | x          |
| Srčni utrip           |             |              | x                    |                          |            |
| Hitrost pulznega vala |             |              | x                    |                          |            |

Opomba: x = naprava vsebuje specifično uporabnost

Poleg zgoraj naštetih uporabnosti imajo določene naprave še nekaj za-

nimivih funkcij. Tako npr. tehtnica Withings Body Cardio nudi podatke o današnji vremenski napovedi, tehtnica iHealth Core pa na podlagi pridobljenih podatkov izračuna priporočen dnevni vnos kalorij.

### 3.2.3 Naprave za merjenje krvnega sladkorja

Tako kot naprave za merjenje krvnega tlaka so tudi naprave za merjenje krvnega sladkorja že dlje časa v uporabi. Novost na tem področju pa lahko opazimo v lastnosti naprav, ki vsebujejo WiFi povezavo, s katero lahko podatke pošiljamo npr. v spletno aplikacijo zdravniškemu osebju. Z omenjeno pridobitvijo torej do podatkov o ravni sladkorja v krvi nima dostopa zgolj uporabnik naprave, temveč lahko do njih dostopa tudi uporabnikov osebni zdravnik. Tovrstno možnost nudijo npr. naprave podjetja iHealth.

### 3.2.4 Naprave za merjenje telesne temperature



Slika 3.1: Pametni termometer podjetja VivaLnk

Med pametnimi napravami lahko zasledimo tudi pametne termometre, naprave za merjenje telesne temperature. Ti omogočajo zbiranje podatkov o višini posameznikove telesne temperature, ki se lahko kasneje, podobno kot pri napravah za merjenje krvnega sladkorja, preko WiFi povezave posredujejo zdravniškemu osebju. Pametne termometre izdelujeta npr. podjetje Withings in podjetje VivaLnk. Slednje napoveduje prihod novega izdelka, imenovanega Fever Scout (glej sliko 3.1). Izdelek v obliki obliža je namenjen

postavitvi okrog predela pazduhe, pri čemer meri višino telesne temperature vsako minuto od namestitve obliža. Podatke nato preko Bluetooth povezave posreduje mobilni aplikaciji.

### **3.2.5 Pulzni oksimeter**

Poleg že omenjenih naprav sodi v družino pametnih naprav za oddaljeno oskrbo tudi pulzni oksimeter. Vsi pulzni oksimetri nudijo informacijo o nasičenosti kisika v krvi in srčnem utripu, posamezna podjetja pa so tem napravam dodala še nekatere posebnosti. Tako npr. pri podjetju Withings pulzni oksimeter meri tudi kakovost spanja, nadmorsko višino, analizo športne aktivnosti (število prehojenih korakov in pretečenih kilometrov) ter količino porabljenih kalorij.

## **3.3 Pametne naprave za oddaljeno oskrbo v prihodnosti**

V prihodnosti bo bolj kot zgoraj našteje pametne naprave v ospredju tehnologija obližev, kjer bodo naprave merile vitalne znake posameznikov. Ključna prednost omenjenih pametnih naprav v prihodnosti bo zbiranje več različnih podatkov z eno samo napravo. Med tovrstnimi napravami se predvideva razvoj izdelkov, imenovanih HealthPatch MD, QardioCore in Vital Scout, ki bodo omogočali zbiranje slednjih podatkov:

- srčni utrip,
- variabilnost srčnega utripa,
- variabilnost krvnega tlaka,
- telesna temperatura,
- stopnja stresa,

- frekvenca dihanja,
- detekcija ravnotežja,
- raven aktivnosti.

Ena izmed zanimivejših naprav, ki bodo razvite v prihodnosti, je naprava, imenovana Cue. Cue omogoča zbiranje podatkov o ravni testosterona, dnevnih plodnosti, ravni vitamina D, znakih vnetja in znakih gripe.



Slika 3.2: Naprava Cue





## Poglavje 4

# Zasnova in razvoj sistema za oddaljeno oskrbo

Po pregledu in primerjavi vseh naprav na področju zdravstva sta sledila zasnova in razvoj sistema. Sprva smo izbrali pametne naprave, ki nam bodo v pomoč pri razvoju, nato pa je bilo potrebno definirati arhitekturno zasnovo sistema. Sledila je odločitev o izboru tehnologij in programskih orodij, ki smo jih uporabili pri razvoju mobilne aplikacije in spletnega portala.

### 4.1 Pregled strojne opreme

Za pridobivanje vitalnih znakov pacienta smo uporabili pametne naprave podjetja iHealth. Trenutno nudijo najbolj zanesljive in točne meritve, poleg tega pa je razvijalcem na voljo njihov Android SDK, ki je tudi ključnega pomena za našo arhitekturno zasnovo sistema.

Izmed pametnih naprav podjetja iHealth smo uporabili:

- **iHealth merilec krvnega tlaka, KN-550BT**

Naprava meri sistolični in diastolični krvni tlak ter srčni utrip. Za prenos podatkov nam omogoča Bluetooth 4.0 povezavo.



Slika 4.1: iHealth merilec krvnega tlaka, KN-550BT

- **iHealth Pulzni oksimeter, PO3**

Naprava nam omogoča merjenje nasičenosti kisika v krvi in srčnega utripa. Prav tako kot prejšnja nam tudi ta naprava za prenos podatkov nudi Bluetooth 4.0 povezavo.

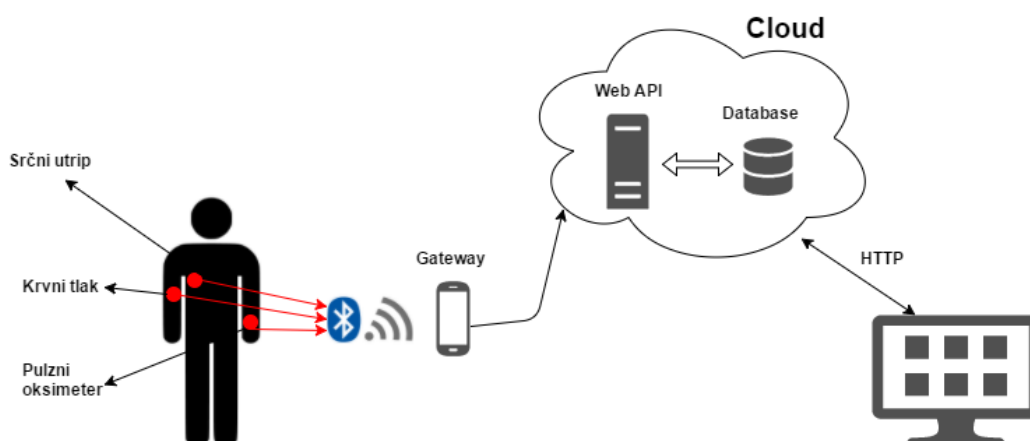


Slika 4.2: iHealth Pulzni oksimeter, PO3

Poleg naprav podjetja iHealth smo se poslužili uporabe telefona Android, katerega funkcija je prehod (gateway), ki omogoča prenos podatkov iz naprav v zaledni sistem.

## 4.2 Arhitekturna zasnova sistema

Celotna arhitekturna zasnova našega sistema temelji na arhitekturni ideji Interneta stvari.



Slika 4.3: Arhitekturna zasnova sistema

- **Pametne naprave**

Kot je predstavljeno na sliki 4.3, začetek naše arhitekturne zasnove predstavljajo pametne naprave, ki merijo različne vitalne znake pacienta. Naprave imajo bodisi Bluetooth bodisi WiFi povezavo, s katero se lahko povežejo na izbrani prehod za prenos podatkov v zaledni sistem. V primeru našega sistema sta to napravi iHealth, ki sta bili predstavljeni v prejšnjem poglavju.

- **Mobilna aplikacija - prehod (gateway)**

Drugi sloj v naši arhitekturni zasnovi predstavlja mobilna aplikacija. Le-ta deluje kot posrednik med napravami in zalednim sistemom. Sposobna je sprejeti podatke iz naprav in jih poslati v zaledni sistem v obdelavo.

- **Podatkovna baza**

Dobro premišljena in organizirana podatkovna baza nam služi za učinkovito

in trajnostno shranjevanje podatkov, prejetih preko meritev, ki jih naredi pacient. Poleg podatkov o merjenjih, izvedenih s strani pacienta, podatkovna baza shranjuje tudi podatke, prejete s strani spletnega portala.

- **Spletni portal**

Najvišji sloj v naši arhitekturi predstavlja spletni portal, ki ga lahko uporabljata pacient in zdravnik. Glavna naloga portala je predstavitev podatkov merjenj uporabniku. Za pridobivanje in shranjevanje podatkov v podatkovno bazo skrbi protokol HTTP.

## 4.3 Funkcionalna zasnova sistema

V sklopu funkcionalne zasnove sistema so opisane funkcionalnosti sistema, ki so bile zastavljene pred razvojem le-tega.

Kot že omenjeno v poglavju 4.2 ima spletni portal dva tipa uporabnikov, in sicer zdravnika in pacienta, medtem ko je mobilna aplikacija namenjena zgolj pacientu. Pri snovanju funkcionalnosti je bilo zato glavno ločiti funkcionalnosti sistema na funkcije, ki jih uporablja zdravnik in funkcije, ki jih uporablja pacient.

### 4.3.1 Funkcije, ki jih uporablja zdravnik

Uporabniška vloga zdravnika vsebuje sledeče funkcionalnosti, ki se nanašajo na spletni portal:

- ustvarjanje domačega in zdravniškega pregleda,
- vpogled v podrobnosti pregledov,
- obravnava nepregledanih domačih pregledov,
- pregled seznama pacientov,

- ustvarjanje pacienta,
- določitev maksimalne, še dovoljene višine določene vrednosti (npr. krvnega tlaka, srčnega utripa in nasičenosti kisika v krvi),
- pregled profila pacienta
  - pregled pacientove nadzorne plošče,
  - pregled pacientovega koledarja,
  - pregled pacientovih domačih meritev.

#### 4.3.2 Funkcije, ki jih uporablja pacient

Tako mobilna aplikacija kot spletni portal pacientu omogočata različne funkcije.

Funkcije, ki se nanašajo na mobilno aplikacijo, so sledeče:

- iskanje pametnih naprav,
- povezovanje s pametno napravo,
- prenos podatkov v zaledni sistem.

Funkcije, ki jih pacientu omogoča spletni portal, so:

- pregled in spreminjanje osebnih podatkov,
- nadzor nad prihodnjimi in nepotrjenimi pregledi,
- vpogled v podrobnosti pregledov,
- pregled opravljenih domačih meritev.

## 4.4 Tehnologije in programska orodja

### 4.4.1 Tehnologije

V sledečem podpoglavju so predstavljene tehnologije, uporabljene pri razvoju spletnega portala in mobilne aplikacije. Trenutno obstaja veliko različnih tehnologij za razvoj spletnih portalov, pri čemer so predstavljene tako tehnologije na strani odjemalca kot tudi strežniška tehnologija.

#### HTML

HTML (Hyper Text Markup Language) je označevalni jezik za opisovanje strukture in vsebine dokumentov (spletne strani). HTML dokumenti so opisani preko HTML značk, ki povedo brskalniku, kaj naj prikaže na spletni strani. Prva HTML tehnologija je bila predstavljena leta 1991, zadnja HTML5 pa leta 2014 [16].

#### CSS

CSS (Cascading Style Sheets) je sintaktični mehanizem, ki specificira informacije o slogih. Njegova naloga je, da v smislu pravil opiše, kako naj bodo HTML elementi predstavljeni na ekranu. Z njim lahko HTML elementom določimo barvo, velikost, odmik, obrobe, pozicijo v dokumentu itd. Prvi CSS je bil razvit leta 1996, trenutno pa se uporabljata CSS2.1 in CSS3, pri čemer pa je slednji še v fazi razvoja [15].

#### JavaScript

JavaScript je skriptni programski jezik, ki skrbi za dinamičnost spletnih strani. JavaScript ni objektno usmerjen jezik. Sodeluje s HTML kodo, saj je to edini način za doseganje dinamičnosti. JavaScript podpirajo velika podjetja, uporablja pa ga lahko vsakdo, saj je dostopen vsem. V večini ga podpirajo vsi spletni brskalniki [18].

#### jQuery

jQuery je knjižnica, napisana v JavaScriptu, ki razvijalcem poenostavi JavaScript programiranje. jQuery poenostavi navigacijo po dokumentu, izbiro in spreminjanje DOM elementov, ustvarjanje animacij, obravnavanje in rokovanje z dogodki na spletni strani itd. [19].

### **Ajax**

Ajax je kombinacija različnih spletnih tehnologij na strani odjemalca za ustvarjanje dinamičnih spletnih strani. S tehnologijo Ajax se lahko posodablja le del dokumenta in ne celotni dokument, in sicer tako, da si spletna aplikacija s strežnikom v ozadju asinhrono izmenjuje podatke. Ajax ustvarja bolj tekoče in hitrejšše spletne aplikacije [14].

### **PHP**

PHP je odprtokodni skriptni programski jezik, ki se uporablja za strežniška opravila. Trenutno ga uporablja približno 80 % vseh spletnih strani predvsem zaradi proste dostopnosti in enostavnosti programskega jezika. PHP teče na spletnem strežniku (Apache), kjer se kot izhod generirajo dinamične spletne strani.

### **MySQL**

MySQL je odprtokodna relacijska podatkovna baza. Za delo s podatkovnimi bazami uporablja najbolj razširjen jezik, imenovan SQL. Deluje po principu odjemalec-strežnik. Za dostop do baze MySQL obstaja veliko programskih vmesnikov (PHP, Java, Python itd.) [20].

### **Android**

Aplikacija, ki deluje kot prehod, je napisana za mobilne telefone Android. Odprtokodni operacijski sistem Android je leta 2007 predstavilo podjetje Google, pri čemer se zadnja, sedma verzija operacijskega sistema Android imenuje Nougat. Aplikacije za Android se razvija v programskem jeziku Java.

### 4.4.2 Programska orodja

Za izdelavo sistema za oddaljeno oskrbo smo uporabili naslednja programska orodja:

#### **PowerDesigner**

Programsko orodje PowerDesigner je služilo načrtovanju konceptualnega modela podatkovne baze. Prav tako smo z njegovo pomočjo ustvarili tudi logični model in skripto SQL.

#### **Android Studio**

Za razvoj Android aplikacije je bilo uporabljeno uradno razvojno okolje Android Studio, ki nam nudi široko paleto uporabnih funkcij pri razvoju mobilne aplikacije, kot npr. razhroščevalnik in prednastavljene emulatorje različnih Android naprav.

#### **Cloud9**

Cloud9 je oblačna storitev PaaS, ki nam nudi spletno razvojno okolje, poleg tega pa podpira na stotine programskih jezikov. Glede na to, da je bil naš projekt na oblačni storitvi Cloud9 nastavljen na razvoj PHP aplikacije, smo prejeli platformo s prednastavljenim operacijskim sistemom Ubuntu, PHP in strežnikom Apache.

#### **phpMyAdmin**

Programsko orodje, ki je bilo uporabljeno za dostop in delo s podatkovno bazo, je phpMyAdmin.

## 4.5 Razvoj sistema za oddaljeno oskrbo

Razvoj sistema smo ločili na razvoj spletnega portala in razvoj mobilne aplikacije.



### 4.5.1 Razvoj spletnega portala

Pri definiranju funkcionalnosti, ki so opisane v poglavju 4.3, smo se odločili, da bo spletni portal vseboval tri glavne poglede:

- Nadzorna plošča (Dashboard)
- Koledar (Calendar)
- Pregled podatkov (Data)

Kot že omenjeno v poglavju 4.4.1, je bil za razvoj spletnega portala uporabljen skriptni jezik PHP. Pomoč pri programiranju spletnega portala nam je nudilo PHP razvojno ogrodje CodeIgniter. Kot vsa razvojna ogrodja, nam tudi ogrodje CodeIgniter omogoča razvoj spletnega portala po principu MVC (model-pogled-kontroler), kjer:

- **Model** vsebuje metode za upravljanje s podatki (pridobivanje, shranjevanje itd.). Glavnega pomena je, da model na nikakršen način ni povezan z vmesnikom, kar pomeni, da so podatki ločeni od načina predstavitve uporabniku.
- **Pogled** predstavlja podatke modela. Kontrolerju sporoča uporabniške akcije, kot npr. klik gumba ter uporabniku omogoča upravljanje s podatki.
- **Kontroler** se uporablja kot lepilo med modelom in pogledom, tako da pogledu prenese podatke, ki jih pridobi od modela. Sprejema uporabniško akcijo in jo spremeni v operacijo na modelu.

Na ta način imamo na voljo bolj fleksibilno spletno aplikacijo, ki je prilagodljiva na kakršnekoli spremembe, ki bi jih lahko dodajali tekom razvoja.

Pri razvoju spletnega portala na strani odjemalca so nam bile v pomoč sledeče knjižnice:

- **Bootstrap** za oblikovanje spletnega portala,

- **FullCalendarJS** za ustvarjanje koledarja,
- **Chart.js** za ustvarjanje grafov.

### 4.5.2 Razvoj mobilne aplikacije

Najpomembnejši del razvoja mobilne aplikacije je bila komunikacija naprava-aplikacija in aplikacija-zaledni sistem. Za vzpostavljanje komunikacije med iHealth napravo in mobilno aplikacijo nam je bil na voljo njihov SDK z dobro dokumentacijo.

Komunikacija med Android aplikacijo in zalednim sistemom pa je potekala preko HTTP POST metode. Za prenos podatkov v zaledni sistem smo si pomagali z abstraktnim razredom `AsyncTask`. Omogoča nam izvajanje dolgih operacij v ozadju.

### 4.5.3 Konceptualni model

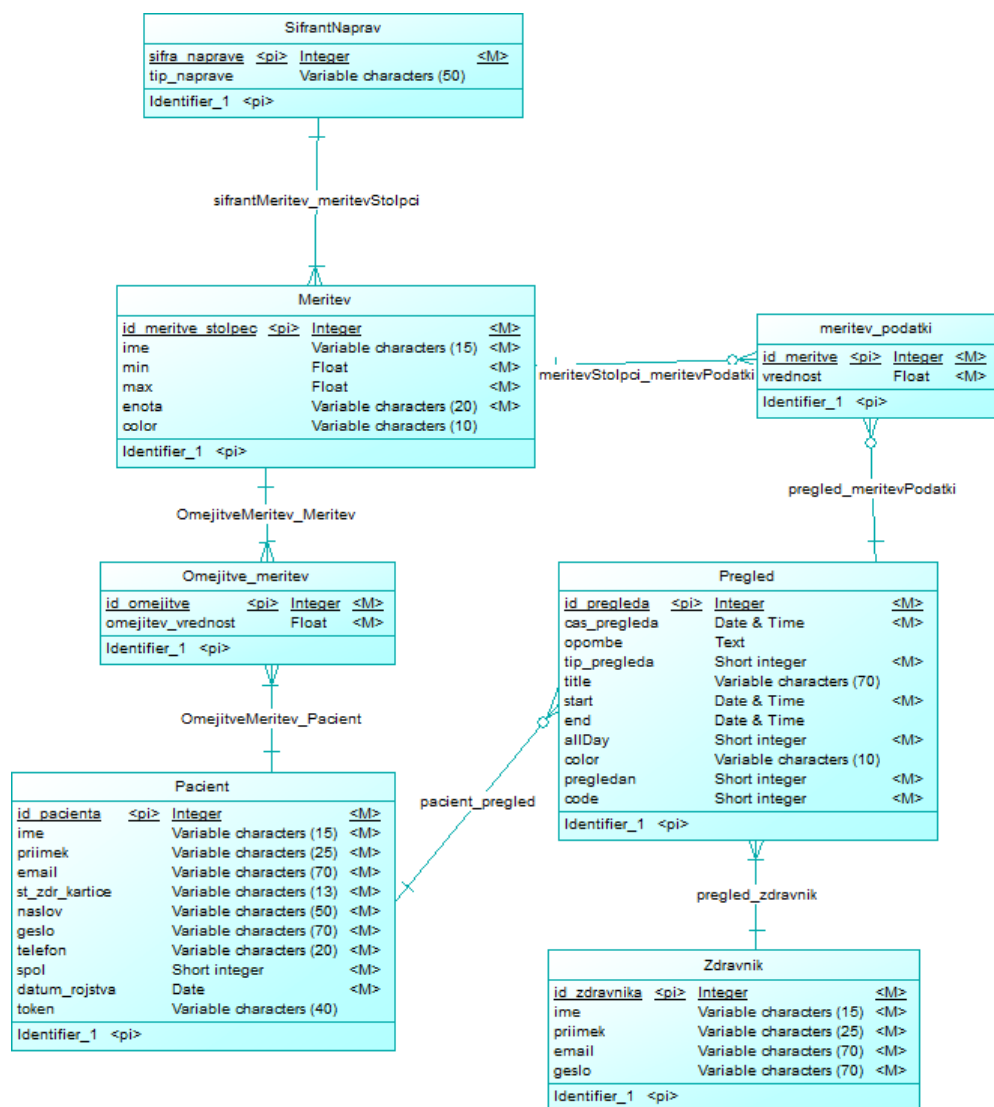
- Entiteta **Pregled** vsebuje podatke o pregledu. Nekateri atributi nimajo nobene povezave s pregledom, temveč določajo lastnosti dogodka na koledarju. Ker pa je pregled hkrati tudi dogodek na koledarju in obratno, pa so atributi združeni v isto entiteto. Atributi so:
  - `id_pregleda`,
  - `cas_pregleda`,
  - `opombe`,
  - `tip_pregleda`,
  - `title`,
  - `start` (lastnost dogodka),
  - `end` (lastnost dogodka),
  - `allDay` (lastnost dogodka),
  - `color` (lastnost dogodka),

- pregledan,
  - code.
- Entiteta **meritev\_podatki** shranjuje vrednosti posameznih meritev za določen zapis v entiteti Pregled. Entiteto sestavljata atributa:
  - id\_meritve,
  - vrednost.
- Entiteta **Meritev** vsebuje attribute:
  - id\_meritve\_stolpec,
  - ime,
  - min,
  - max,
  - enota,
  - color.

Kot je iz seznama zgornjih atributov razvidno, entiteta shranjuje podatke posamezne meritve določene naprave (npr. sistolični krvni tlak, 110, 140, Hgmm, blue). Atribut color določa barvo krivulje na grafu.

- Entiteta **SifrantNaprav** shranjuje posamezne naprave (npr. Krvni tlak). Vsebuje atributa:
  - sifra\_naprave,
  - tip\_naprave.
- Entiteta **Omejitev\_meritev** vsebuje podatke o omejitvi posamezne meritve za posameznega pacienta, kot npr. Pacient z vrednostjo atributa id\_pacienta enako 1 ima omejitev meritve sistolični krvni tlak 145. Entiteta vsebuje atributa:
  - id\_omejitve,

- omejitev\_vrednost.
- Entiteti **Pacient** in **Zdravnik** ne potrebujeata posebne obravnave. Vsebujeata splošne attribute, ki so razvidni iz slike 4.4.

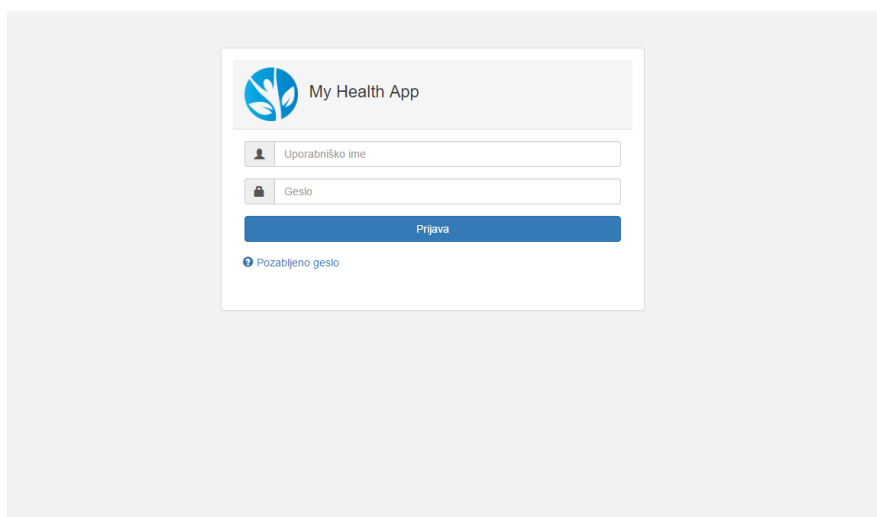


Slika 4.4: Konceptualni model

## Poglavje 5

# Opis in predstavitev delovanja sistema oddaljene oskrbe

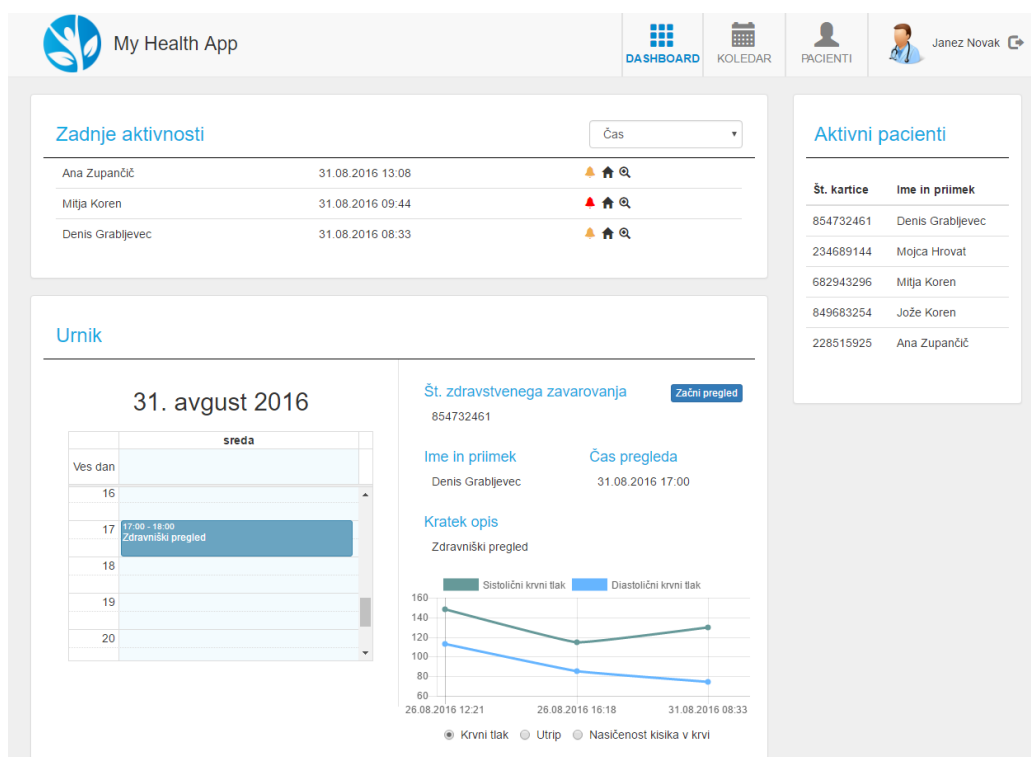
Sistem delimo na dve uporabniški vlogi, in sicer na uporabniško vlogo pacienta in zdravnika. Pacientova uporabniška vloga zajema možnost uporabe mobilne aplikacije in spletnega portala, zdravnikova pa zgolj uporabo slednjega. Obema uporabniškima vlogama je skupna prijava v sistem, ki jo prikazuje slika 5.1.



Slika 5.1: Prijava v sistem

## 5.1 Uporabniška vloga zdravnika

Po prijavi v sistem se zdravniku prikaže njegova nadzorna plošča (slika 5.2).



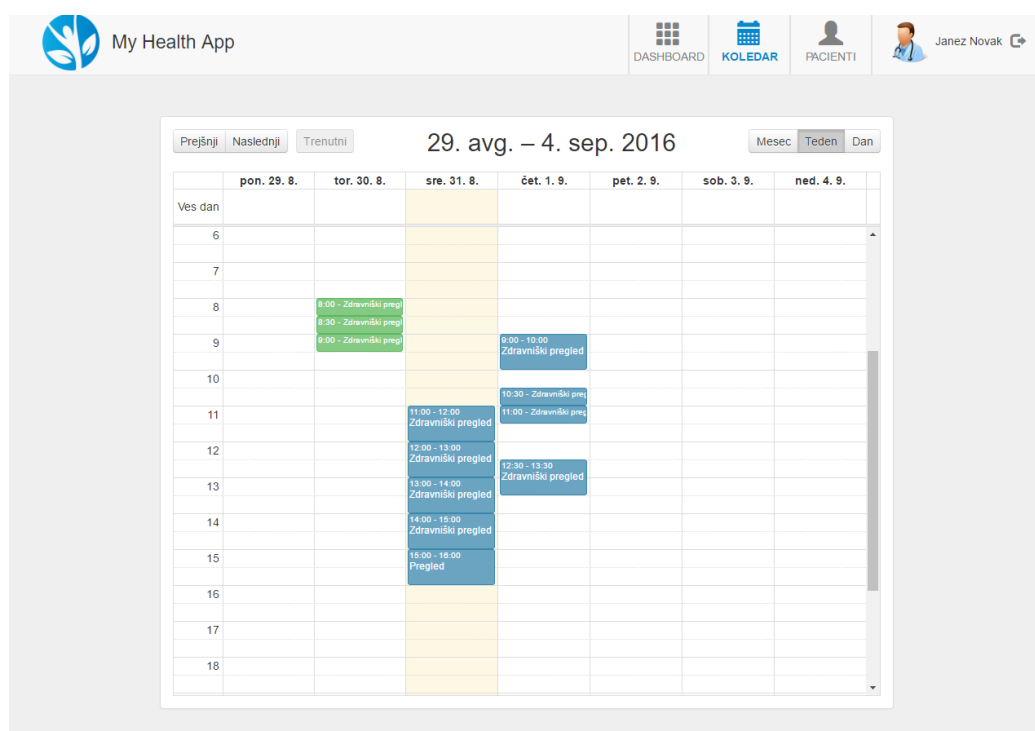
Slika 5.2: Nadzorna plošča zdravnika

Nadzorna plošča (Dashboard) je razdeljena na:

- Zadnje aktivnosti, ki zdravniku prikazujejo zadnje opravljene domače preglede njegovih pacientov, ki jih še ni obravnaval. Te lahko razvrsti po pomembnosti (pomembnost določa barva zvončka), priimku pacienta ali času pregleda.
- Urnik, razdeljen na:
  - Dnevni urnik, ki zdravniku prikazuje današnje naročene paciente.

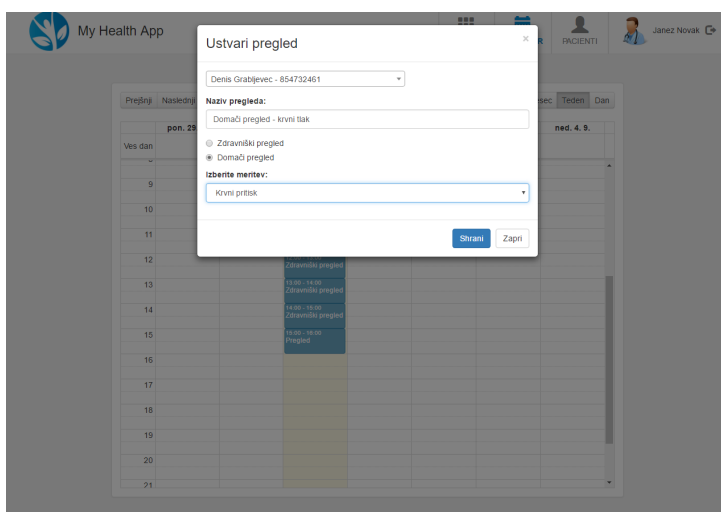
- Podrobnosti naslednjega ali izbranega pregleda, ki ga ima na urniku. Vsebujejo informacije o imenu in priimku pacienta, času pregleda in zadnjih treh meritvah krvnega tlaka, srčnega utripa in nasičenosti kisika v krvi.
- Aktivne paciente z namenom hitrejšega dostopa do profila pacienta.

Poleg nadzorne plošče je zdravniku na voljo tudi **koledar** (slika 5.3).



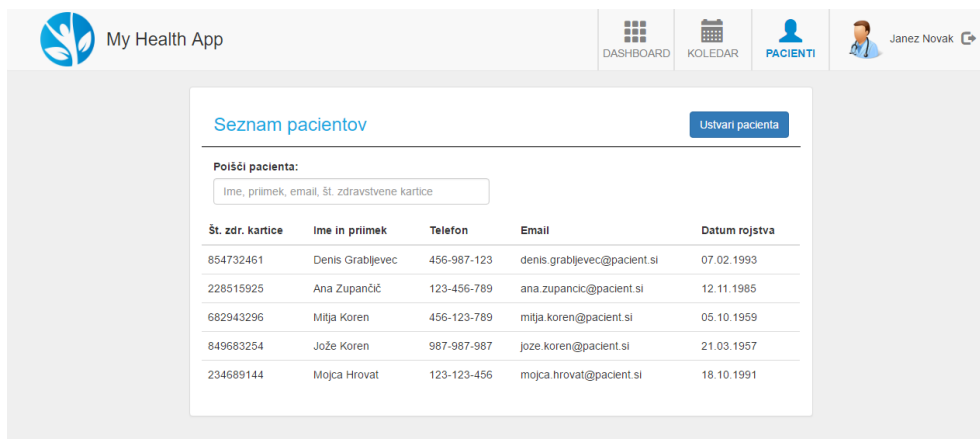
Slika 5.3: Zdravnikov koledar

Zdravnik ima možnost nastavitve pogleda koledarja na dnevni, tedenski in mesečni. Koledar prikazuje pretekle preglede, ki so obarvani z zeleno barvo in prihodnje, obarvane z modro. Z izborom določenega termina na koledarju lahko zdravnik ustvari domači ali zdravniški pregled za izbranega pacienta (slika 5.4). Kljub temu da ima zdravnik možnost ustvarjanja domačega pregleda, se na njegovem koledarju izpišejo le zdravniški pregledi.



Slika 5.4: Primer ustvarjanja domačega pregleda za oddaljen nadzor

Kot zadnje spletni portal zdravniku omogoča pregled **seznama pacientov** (slika 5.5). V tem pogledu lahko zdravnik ustvari profil za novega pacienta, pri čemer poleg osnovnih podatkov o pacientu določi tudi maksimalno, še dovoljeno višino krvnega tlaka, srčnega utripa in nasičenosti kisika v krvi.

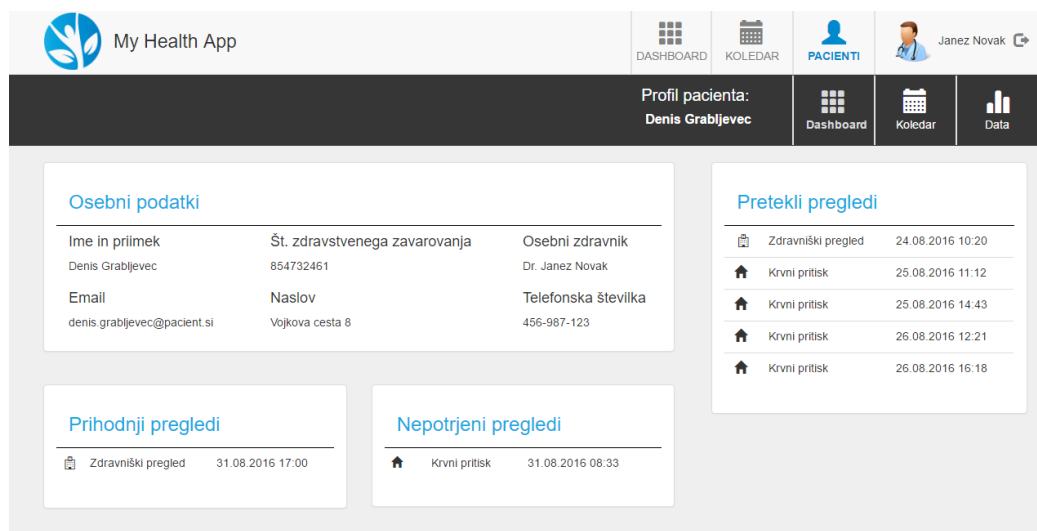


Slika 5.5: Seznam pacientov

Z izborom zelenega pacienta iz seznama se zdravniku prikaže profil izbranega pacienta (slika 5.6). Profil pacienta je sestavljen iz pacientove nadzorne plošče



(Dashboard), koledarja in domačih meritev (Data), ki jih je opravil pacient.



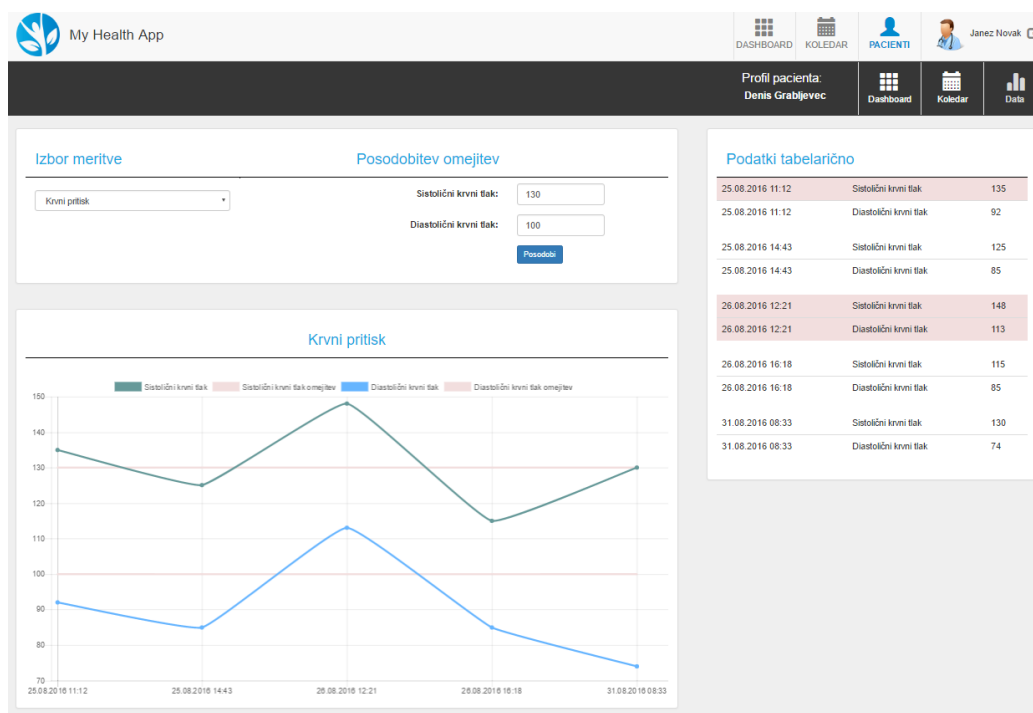
Slika 5.6: Profil izbranega pacienta

**Nadzorna plošča (Dashboard)** izbranega pacienta zdravniku nudi vpogled v:

- Osebné podatke pacienta,
- Sezname pregledov, ločenih na:
  - Prihodnje preglede,
  - Nepotrjene preglede (gre za preglede, ki jih zdravnik še ni obravnaval in jih na zdravnikovi nadzorni plošči najdemo pod sklopom zadnjih aktivnosti (glej sliko 5.2)),
  - Pretekle preglede.

Poleg nadzorne plošče ima zdravnik možnost vpogleda tudi v pacientov **koledar**. Prav tako kot zdravnikov tudi pacientov koledar omogoča dnevni, tedenski in mesečni pogled (glej sliko 5.3). Ključna razlika med zdravnikovim in pacientovim koledarjem leži v prikazanih pregledih. Na zdravnikovem

koledarju so prikazani zdravniški pregledi vseh pacientov, medtem ko pacientov koledar prikazuje zgolj tiste preglede, ki so lastni specifičnemu pacientu. Kot zadnje je zdravniku omogočen dostop do pacientovih **domačih meritev (Data)**.



Slika 5.7: Zdravnikov pogled na pacientove domače meritve

Na tej točki ima zdravnik možnost:

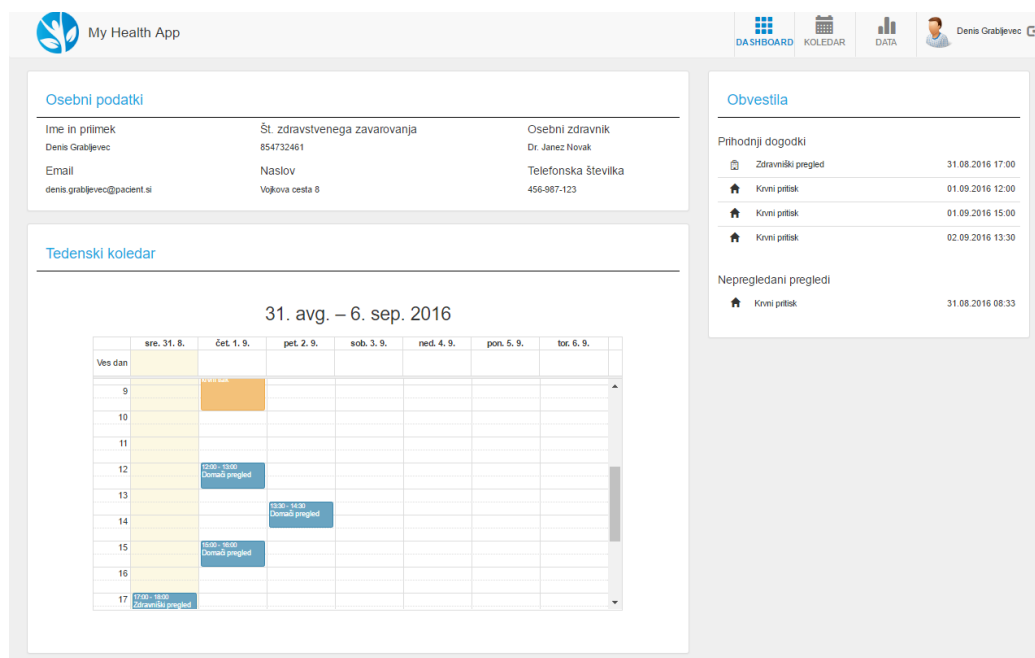
- spremeniti omejitev maksimalne, še dovoljene, višine krvnega tlaka, srčnega utripa in nasičenosti kisika v krvi,
- vpogleda v grafično predstavitev opravljenih meritev, pri kateri se poleg meritev izriše tudi rdeče obarvana meja, ki ponazarja maksimalno, še dovoljeno, višino krvnega tlaka, srčnega utripa in nasičenosti kisika v krvi,
- vpogleda v tabelarično predstavitev opravljenih meritev, pri kateri rdeče obarvane vrednosti zdravnika opozorijo na prekoračitev omejitev.

## 5.2 Uporabniška vloga pacienta

Kot že omenjeno uporabniška vloga pacienta zajema možnost uporabe mobilne aplikacije in spletnega portala.

### 5.2.1 Uporabniška vloga pacienta na spletnem portalu

Po pacientovi prijavi v spletni portal se pacientu prikaže nadzorna plošča (slika 5.8).



Slika 5.8: Nadzorna plošča pacienta

Pacientova **nadzorna plošča (Dashboard)** je sestavljena iz treh razdelkov:

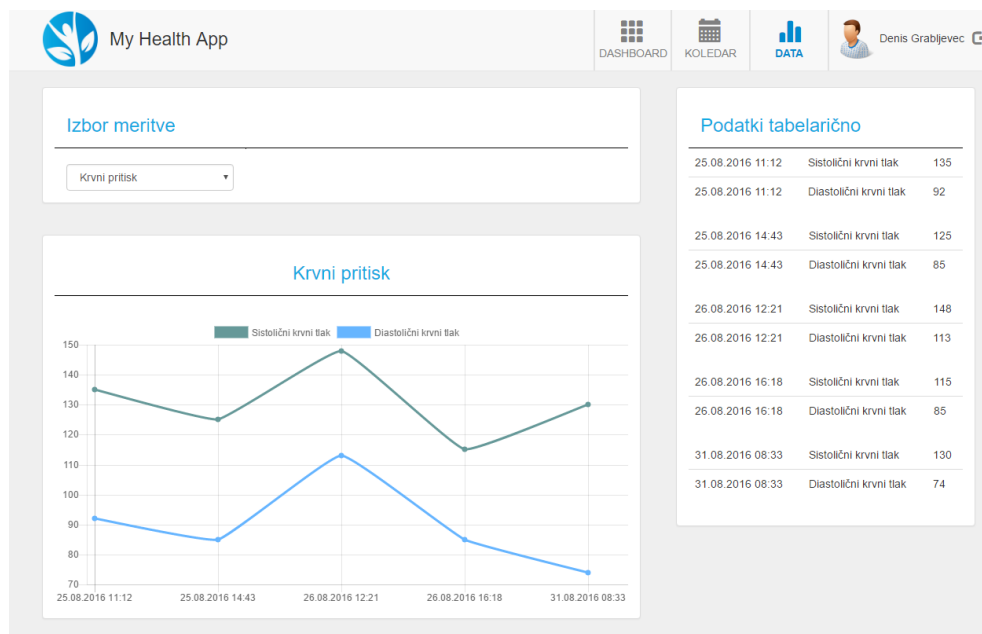
- Osební podatki o pacientu, kjer ima pacient možnost spreminjanja vseh navedenih osebnih podatkov, z izjemo predela Osební zdravnik.
- Tedenski koledar, na katerem so pacientu prikazani tako domači kot zdravniški pregledi v tekočem tednu. Rumeno obarvani pregledi pred-

stavljajo nepregledane domače preglede, medtem ko modra barva po-  
nazarja prihodnje preglede.

- Obvestila, ki pacienta opominjajo na prihodnje domače in zdravniške preglede ter nepregledane domače preglede, ki jih zdravnik še ni obravnaval.

Poleg nadzorne plošče ima pacient možnost vpogleda v **koledar**, ki zopet nudi dnevni, tedenski in mesečni pogled (glej sliko 5.3). Koledar pacientu ne omogoča ustvarjanja ali spreminjanja terminov pregledov, kar je ključna razlika v primerjavi s koledarjem, do katerega lahko dostopa zdravnik.

Enako kot zdravnik ima tudi pacient možnost dostopa do svojih **domačih meritev (Data)**, pri čemer pa mu sistem ne omogoča spreminjanja omejitev, ki jih določi zdravnik. Poleg tega se pacientu niti v grafični niti v tabelarni predstavitvi opravljenih meritev ne izriše rdeče obarvana meja oz. rdeče obarvane vrednosti.

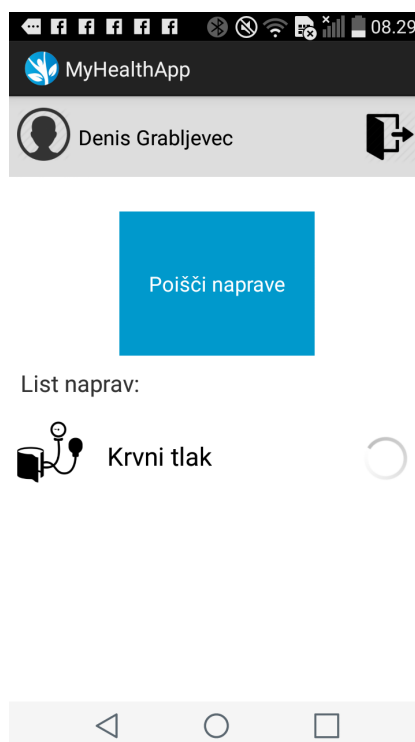


Slika 5.9: Pregled domačih meritev

### 5.2.2 Predstavitev mobilne aplikacije

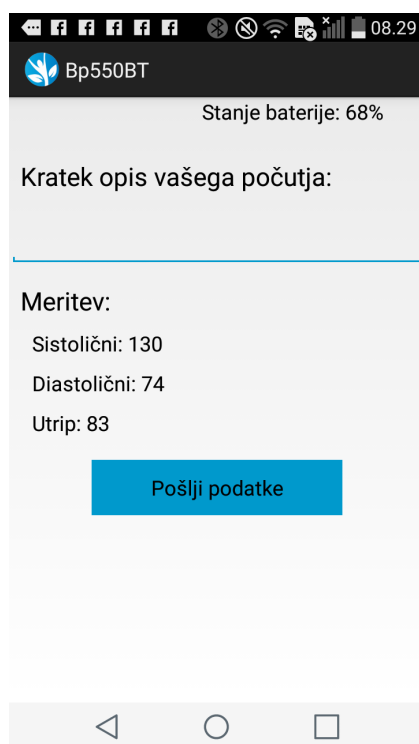
Glede na glavni cilj diplomske naloge, ki je prikazati možnost oddaljene oskrbe, je bilo za pacienta ključnega pomena razviti mobilno aplikacijo.

Po prijavi uporabnika v mobilno aplikacijo se prikaže glavni meni aplikacije, ki uporabniku nudi možnost iskanja pametnih naprav in povezovanja z le-temi (slika 5.10). Povezavo s pametno napravo uporabnik vzpostavi s klikom na zeleno napravo iz seznama.



Slika 5.10: Prikaz vzpostavljanja povezave s pametno napravo za merjenje krvnega tlaka

Ko uporabnik uspešno vzpostavi povezavo, aplikacija od uporabnika zahteva kratek opis njegovega počutja (slika 5.11). Z zbranimi in poslanimi podatki je domači pregled opravljen in se prikaže v zdravnikovi nadzorni plošči, kjer čaka na zdravnikovo obravnavo.



Slika 5.11: Zaključevanje domačega pregleda

## Poglavje 6

### Sklepne ugotovitve

V sklopu diplomske naloge smo uspešno realizirali sistem za oddaljeno oskrbo, ki predstavlja zasnovo za sisteme, ki bi se v prihodnosti lahko uporabljali na področju zdravstva. Sistem je z vidika funkcionalnosti, ki jih vsebuje, oblikovan enostavno, a je kljub temu razvit v zaključeno celoto. V kolikor bi sistem želeli uporabiti v zdravstvenem okolju, bi le-ta potreboval dodelavo na več nivojih.

Ključna sprememba bi bila potrebna na področju prehoda (gateway), ki bi v primerjavi s trenutnim preходом zmanjšal interakcijo z uporabnikom do te mere, da bi lahko sistem enostavno uporabljali tudi starejši posamezniki. Poleg tega bi se lahko uporaba spletnega portala iz zdravstvenih domov razširila tudi na druge zdravstvene ustanove (npr. bolnišnice, klinike), pri čemer bi se razvile nove uporabniške vloge.

Glavno omejitev in hkrati največji izziv pri razvoju sistema za oddaljeno oskrbo je predstavljalo majhno število pametnih naprav na področju zdravstva, ki bi nam služile za oddaljeno oskrbo. V prihodnosti se pričakuje razvoj večjega števila različnih naprav, ki bodo služile domači oskrbi, pri čemer bo ena naprava merila več vitalnih znakov. Tako bo zdravnikom na voljo še več različnih meritev, ki bodo pripomogle k natančnejši, hitrejši in

bolj kakovostni analizi vitalnih znakov specifičnega pacienta. Na ta način bi spodbudili zgodnejše odkrivanje in preprečevanje morebitnih bolezni ter izboljšali samooskrbo in posameznikovo blagostanje.



# Literatura

- [1] IoT for healthcare. *International Journal of Science and Research*, 5(2):322–326, 2016.
- [2] Sampada Sathe in Alok Kulkarni. Healthcare applications of the internet of things: A review. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(5):6229–32, 2014.
- [3] Angelika Dohr, Robert Modre-Opsrian, Mario Drobics, Dieter Hayn in Guenter Schreier. The internet of things for ambient assisted living. In *2010 Seventh International Conference on Information Technology: New Generations*. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE), 2010.
- [4] Mari Carmen Domingo. An overview of the internet of things for people with disabilities. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(2):584–596, 2012.
- [5] Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic in Marimuthu Palaniswami. Internet of things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7):1645–1660, 2013.
- [6] Oana Geman in Juliana Chiuchisan. An approach of a decision support and home monitoring system for patients with neurological disorders using internet of things concepts. *WSEAS Transactions on Systems*, 13:460–469, 2014.

- [7] Ross Kurose. *Computer networking: A Top-Down Approach, Fifth Edition*. Pearson, 2010.
- [8] TJ McCue. \$117 Billion Market For Internet of Things In Healthcare By 2020. Dosegljivo: <http://www.forbes.com/sites/tjmccue/2015/04/22/117-billion-market-for-internet-of-things-in-healthcare-by-2020/#632e76ea2471>, 2015. [Dostopano: 24. 8. 2016].
- [9] Daniele Miorandi, Sabrina Sicari, Francesco De Pellegrini in Imrich Chlamtac. Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7):1497–1516, 2012.
- [10] Zhibo Pang, Lirong Zheng, Junzhe Tian, Sharon Kao-Walter, Elena Dubrova in Qiang Chen. Design of a terminal solution for integration of in-home health care devices and services towards the internet-of-things. *Enterprise Information Systems*, 9(1):86–116, 2013.
- [11] The Internet of Things (IOT). Dosegljivo: <https://www.ida.gov.sg/~media/Files/Infocomm%20Landscape/Technology/TechnologyRoadmap/InternetOfThings.pdf>, 2012. [Dostopano: 26. 8. 2016].
- [12] Charith Perera, Arkady Zaslavsky, Peter Christen in Dimitrios Georgakopoulos. Context aware computing for the internet of things: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(1):414–454, 2014.
- [13] Melanie Swan. Sensor mania! the internet of things, wearable computing, objective metrics, and the quantified self 2.0. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 1(3):217–253, 2012.
- [14] Ajax. Dosegljivo: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ajax\\_\(programming\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_(programming)). [Dostopano: 29. 8. 2016].
- [15] CSS. Dosegljivo: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cascading\\_Style\\_Sheets](https://en.wikipedia.org/wiki/Cascading_Style_Sheets). [Dostopano: 29. 8. 2016].

- 
- [16] HTML. Dosegljivo: <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML>. [Dostopano: 29. 8. 2016].
- [17] Internet of things. Dosegljivo: [https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things#Applications](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things#Applications). [Dostopano: 26. 8. 2016].
- [18] Javascript. Dosegljivo: <https://en.wikipedia.org/wiki/JavaScript>. [Dostopano: 29. 8. 2016].
- [19] jQuery. Dosegljivo: <https://en.wikipedia.org/wiki/JQuery>. [Dostopano: 29. 8. 2016].
- [20] MySQL. Dosegljivo: <https://sl.wikipedia.org/wiki/MySQL>. [Dostopano: 29. 8. 2016].